

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Bakteri Asam Laktat (BAL)**

Bakteri asam laktat merupakan kelompok mikroorganisme yang secara alami memproduksi asam laktat sebagai hasil utama dari metabolisme mereka. Beberapa senyawa aktif yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat meliputi asam laktat, etanol, hidrogen peroksida, dan bakteriosin. (Sayur & Dan, 2018). Menunjukkan bahwa mikroorganisme berpotensi meningkatkan pembentukan vitamin dan rasa makanan, serta kecepatan asamifikasi dan ketahanan terhadap asam. Sebagian besar dari strain yang telah diidentifikasi dalam spesies bakteri telah diteliti dan terbukti bermanfaat untuk kesehatan, sehingga ada kemungkinan bahwa konsumsi bakteri tersebut dapat memberikan dampak positif bagi kesehatan. (Pertanian et al., 2024). Ada beberapa spesies probiotik umum yang dapat dimanfaatkan dalam produk makanan. Contohnya, Health Canada telah mengidentifikasi lebih dari 20 jenis dari dua genus, yaitu *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, yang dapat memberikan manfaat dengan jumlah minimal yaitu  $10^9$  unit pembentuk koloni (CFU) dalam satu kali konsumsi. Di Eropa, terdapat pengakuan untuk bakteri hidup yang dapat digunakan dalam yoghurt, yang diakui oleh European Food and Safety Authority, yaitu *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Namun, untuk mengklaim yoghurt tersebut sebagai produk probiotik, strain yang digunakan harus terdefinisi dengan jelas. Ada kemungkinan bahwa banyak produk fermentasi yang ada di pasaran mungkin tidak memenuhi kriteria sebagai produk probiotik. Sebagian besar makanan fermentasi hanya memanfaatkan bakteri sebagai kultur starter, dan manfaat kesehatan dari bakteri tersebut masih belum terbukti secara jelas. (wikipedia)

#### **2.2. Asam Suksinat**

Asam suksinat adalah senyawa organik dengan rumus kimia  $C_4H_6O_4$  atau  $HOOC-(CH_2)_2-COOH$  yang merupakan asam dikarboksilat. Asam ini merupakan produk antara dalam siklus asam sitrat (siklus Krebs) dan memiliki nilai ekonomi tinggi karena digunakan dalam industri makanan, farmasi, dan bioplastik (Zeikus et al., 1999).

Asam suksinat dapat dihasilkan melalui proses fermentasi yang dilakukan oleh berbagai jenis mikroorganisme, termasuk bakteri yang mampu berfungsi dalam kondisi anaerobik dan fakultatif. Produk yang dihasilkan dari fermentasi ini termasuk asam suksinat, yang merupakan salah satu output dari *A. Succinogenes*. *A. Succinogenes* merupakan mikroorganisme yang senang berada di lingkungan dengan karbon dioksida tinggi, dan memiliki proses karboksilasi yang melibatkan fosfoenolpiruvat (PEP) yang diubah menjadi oksaloasetat, komponen penting dalam jalur produksi asam suksinat. Untuk mendukung reaksi ini, karbonat bisa ditambahkan melalui penggunaan garam karbonat atau dengan cara sparging menggunakan CO<sub>2</sub>. Produksi suksinat dari *A. Succinogenes* dapat dilakukan dengan memanfaatkan monosakarida seperti glukosa, manosa, galaktosa, arabinosa, dan xylose, serta dari campuran gula yang menyerupai komposisi gula yang ditemukan dalam limbah dari proses pulping pohon *Eucalyptus globulus*. Bahan yang kaya akan pentosa ini merupakan penggunaan yang efektif untuk gula yang berasal dari limbah industri pulp dan kertas. (Brink & Nicol, 2014).

### **2.3 Feses Luwak Sebagai sumber Mikroba**

Feses luwak diketahui mengandung berbagai mikroba, termasuk bakteri asam laktat, yang berperan dalam proses pencernaan biji kopi. BAL yang berasal dari feses luwak memiliki potensi tinggi untuk digunakan dalam produksi asam suksinat karena adaptasi alami terhadap lingkungan fermentatif (Marwoto et al., 2019).

BAL yang ditemukan dalam feses luwak diketahui memiliki ketahanan tinggi terhadap lingkungan asam. Metabolit seperti asam laktat dan asam suksinat mampu dihasilkan dalam jumlah tinggi. Daya tahan mikroba terhadap stres lingkungan meningkat melalui proses seleksi alami selama pencernaan (Putri et al., 2021)

### **2.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Asam Suksinat**

Produksi asam suksinat oleh mikroba dipengaruhi oleh sejumlah elemen, seperti jenis sumber karbon, tingkat pH, temperatur, dan tingkat oksigen. Memilih sumber karbon yang sesuai, seperti glukosa atau laktosa, serta menetapkan pH dan suhu yang tepat, dapat mempertinggi jumlah asam suksinat yang dihasilkan. Selain itu, kondisi tanpa oksigen atau dengan sedikit oksigen sering kali dibutuhkan untuk

meningkatkan hasil produksi asam suksinat. Kondisi anaerob atau mikroaerob lebih disukai untuk meningkatkan produksi asam suksinat (McKinlay et al., 2007).

### **2.5. Potensi Rekayasa Metabolik pada BAL untuk Produksi Asam Suksinat**

Rekayasa metabolik pada BAL dapat diterapkan untuk meningkatkan hasil asam suksinat. Metode ini mencakup perubahan jalur metabolik guna mengarahkan aliran karbon dalam menghasilkan asam suksinat, contohnya dengan menghambat jalur yang bersaing atau dengan meningkatkan ekspresi enzim utama dalam proses biosintesis asam suksinat. Penelitian lebih lanjut dibutuhkan untuk menemukan target genetik yang tepat dan mengembangkan strain BAL yang efektif dalam sintesis asam suksinat.(Rahayu et al., 2020).

Asam organik membentuk komponen utama di antara bahan kimia penyusun dan dihasilkan sebagai produk antara dari siklus metabolisme yang ditimbulkan melalui aktivitas mikroba. Karena memiliki gugus fungsi tertentu, asam organik berperan sebagai bahan baku yang sangat cocok untuk industri kimia.(Sallam et al, 2020). Fokus utama dari asam organik tersebut mencakup dinding sel bakteri, membran sitoplasma, serta metabolisme spesifik bakteri yang dapat menyebabkan kerusakan dan kematian pada mikroorganisme patogen.(Nair et al, 2017).